

浇筑水泥的研制

陈清林 洪翊

(福州大学化学工程系, 福州, 350002)

摘 要 本法以普通硅酸盐水泥为基础, 掺入 D 型外加剂, 混匀, 制成浇筑水泥, 其各项性能指标达到或超过江苏省企业标准(江苏 Q/JC302-86)中的 525 浇筑水泥标准。

关键词 浇筑水泥; 浆锚节点法; 预制构件; 施工技术

浇筑水泥是为了适应建筑行业中推广“浆锚节点”连接钢筋混凝土预制构件这一先进施工技术而研制的一种具有早强、高强、微膨胀、与钢筋及旧混凝土的粘结力强等优良性能的新品种水泥。它主要用于装配式混凝土框架结构拼装时钢筋间的锚固连接, 可代替一般的焊接连接, 也用于预制构件之间及梁柱接头处锚固连接、补修工程和紧急抢修工程, 并可代替快硬水泥或高级水泥配制高标号混凝土。

“浆锚节点”施工技术在国外已被广泛采用。据有关资料报导^[1], 美国最先研究成功这种专利水泥, 英、法等国从美国引进了这一专利, 日本只出售类似用途的商品水泥。我国建筑材料科学研究院 60 年代初开始研究浇筑水泥。1972 年研究成功并在首都水泥中间试验厂投入生产, 已成功地应用于北京的一些高层建筑^[1]。1986 年制定了浇筑水泥江苏省企业标准(江苏 Q/JC302-86)。目前江苏省能够生产 525 浇筑水泥, 年产量约 2000 t。

我省在研制与生产浇筑水泥方面尚属空白。本研究目的在于利用本省的原材料生产浇筑水泥以及为推广“浆锚节点”这一先进建筑施工技术奠定基础。

1 生产工艺

1.1 常规法

我国从 60 年代初至今采用如下的生产工艺^[1]：

1) 专门配制和煨烧适当成分的硅酸盐水泥熟料 将各种原料按一定比例混合粉磨, 然后入设有空气搅拌的水泥生料库中贮存。根据化学分析的结果, 将生料调至所要求的成分, 再进入回转窑中煨烧。物料的烧成温度大约为 1400~1500 ℃。

2) 石灰膨胀剂的制备 将石灰石破碎至 5~20 mm 粒度, 入回转窑中以 1250~1300 ℃ 的温度煨烧。在烧成带停留的时间大约 30 min 左右。

3) 浇筑水泥的粉磨 将熟料破碎至 5~10 mm 的粒度, 然后与矿渣、石膏和石灰膨胀剂按一定的比例在水泥磨中粉磨。为了获得足够的粉磨细度, 采取 2 台水泥磨串联粉磨的方式进行。第一次出磨水泥的比表面积为 3000~3500 cm²/g, 第二次为 4100~4800 cm²/g。在

本文收到日期: 1993-12-06

陈清林, 男, 1936 年出生, 讲师

水泥第二次粉磨时,同时加入适量的工业三乙醇胺作为助磨剂.

1.2 本法

1) 原料 基本原料通过再一次检验,各项性能指标应符合 GB175—92 的 625R 普通硅酸盐水泥或各龄期抗压强度接近 625R 普通硅酸盐水泥抗压强度指标的 525R 普通硅酸盐水泥. D 型外加剂为一种以 CaO 为基础的、能起多种作用的特殊物料. 不同的 D 型外加剂掺量不同,掺量用重量百分数表示. D-1 型为 2%~3%, D-2 型为 4%~5%, D-3 型为 7%~8%, D-4 型为 9%~10%.

2) 浇筑水泥的生产工艺 将上述基本原料与 D 型外加剂混匀,混匀程度经检验合格,制成浇筑水泥.

2 试验结果与分析讨论

2.1 试验结果

2.1.1 物理力学性能

1) 一般物理性能 比表面积按 GB8074—92《水泥比表面积测定方法》进行. 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性按 GB1346—92《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性(沸煮法)检验方法》进行. 水泥安定性按 GB750—92《水泥压蒸安定性试验方法》进行. 浇筑水泥的一般物理性能列于表 1. 表 1 中 G180 的性能见文[1].

表 1 浇筑水泥的一般物理性能

| 编号 | 比表面积 / $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ | 稠度 / % | 凝结时间 / h | | 安定性 | |
|------|--|--------|----------|------|-----|----|
| | | | 初凝 | 终凝 | 蒸 | 煮 |
| y-1 | 3887 | 25.0 | 2.88 | 4.25 | 合格 | 合格 |
| y-2 | 4091 | 24.5 | 2.87 | 4.58 | 合格 | 合格 |
| y-3 | 4124 | 24.0 | 3.83 | 4.62 | 合格 | 合格 |
| y-4 | 4166 | 23.4 | 2.00 | 5.28 | 合格 | 合格 |
| G180 | 4320 | 24.75 | 1.08 | 1.50 | 合格 | 合格 |

2) 强度性能 浇筑水泥胶砂强度按 GB177—92《水泥胶砂强度检验方法》进行. 检验结果见图 1、表 2. 图 1 与表 2 中, *G180 的抗压强度及其增进率见文[1]、[2]. 图中上方虚线表示 525 浇筑水泥抗压强度标准,下方虚线表示 525 浇筑水泥抗折强度标准. *G180 缺抗折强度数据,以前是检验抗拉强度而不检验抗折强度.

2.1.2 膨胀性能

浇筑水泥净浆膨胀试验按 JC313—82《膨胀水泥膨胀率检验方法》进行. 检验结果见图 2、表 3. 图 2 中, P_2 的线膨胀见文[1]. 表 3 中, P_2 的线膨胀增进率见文[1].

2.2 分析讨论

1) 试验结果表明,浇筑水泥的各项性能指标达到或超过江苏省 525 浇筑水泥的企业标准(江苏 Q / JC302—86). 它具有强度增进率大、早强、高强、微膨胀等特性. 其膨胀性能的特点是:在硬化早期,线膨胀值迅速增加. 以 y-1 为例,在标准浸水养护条件下,1 d 线膨胀达到 28 d 的 70.4%,3 d 线膨胀达到 28 d 的 81.5%,7 d 后膨胀达到 28 d 的线膨胀值,线膨胀值很小. 因此,在使用浇筑水泥时必须加强养护,在有足够水分养护的情况下,水泥硬化

体将会顺利地获得微量膨胀. 否则, 在浇筑水泥硬化的初期, 如处在比较干燥的环境中, 则由于得不到充分的养护而导致体积的收缩. 这是必须特别注意的.

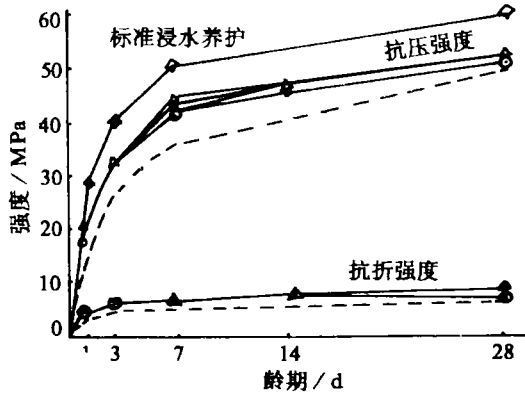


图 1 浇筑水泥胶砂强度曲线

○: y-1; x: y-z; ▲: y-3; ∙: y-4; ◆: *G180

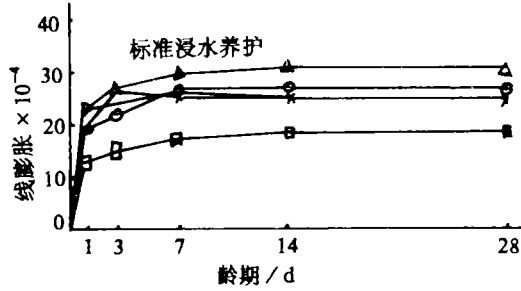


图 2 浇筑水泥净浆试体线膨胀曲线

○: y-1; x: y-z; ▲: y-3; ∙: y-4; □: P₂

表 2 强度增进率

| 编号 | 抗 压 | | | | 抗 折 | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 d | 3 d | 7 d | 28 d | 1 d | 3 d | 7 d | 28 d |
| y-1 | 34.7 | 63.1 | 82.2 | 100 | 53.9 | 78.9 | 90.8 | 100 |
| y-2 | 35.9 | 60.6 | 78.0 | 100 | 43.7 | 67.8 | 81.6 | 100 |
| y-3 | 38.6 | 61.6 | 82.7 | 100 | 47.2 | 67.4 | 82.0 | 100 |
| y-4 | 36.3 | 63.8 | 84.7 | 100 | 44.6 | 62.0 | 83.7 | 100 |
| *G180 | 46.7 | 66.1 | 83.1 | 100 | | | | |

表 3 线膨胀增进率

| 编号 | 标准浸水养护 | | | | |
|----------------|--------|------|------|------|------|
| | 1 d | 3 d | 7 d | 14 d | 28 d |
| y-1 | 70.4 | 81.5 | 100 | 100 | 100 |
| y-2 | 76.0 | 104 | 100 | 100 | 100 |
| y-3 | 74.2 | 87.1 | 96.8 | 100 | 100 |
| y-4 | 92.0 | 96.0 | 104 | 100 | 100 |
| P ₂ | 65.8 | 79.0 | 89.5 | 97.4 | 100 |

注: 表 2、3 中增进率单位为 %

2) 通过性能对比可以发现, 用新材料和新工艺制得的 525 浇筑水泥, 其比表面积较小, 初凝和终凝时间较长, 1 d 和 3 d 的抗压强度增进率较小, 各龄期的抗压强度富余量较小; 在标准浸水养护条件下, 各龄期的线膨胀值较大, 且达到稳定所需的时间较短.

3) 用新材料和新工艺生产浇筑水泥比较简单, 成本较低.

3 影响浇筑水泥性能的因素

影响浇筑水泥性能的因素有: 硅酸盐水泥熟料的矿物组成; 不同 D 型外加剂及其掺量; 水固比; 温度; 实际参加反应的各种成分; C₂S₂/C₃A 摩尔比等水化条件, 以及熟料矿物中各组分在水化时的互相作用等.

4 D 型外加剂在硬化过程中的作用

据有关资料报导^[3], 硅酸三钙(C₃S)在常温下水化, 可大致用下列缩写形式的反应方程式表示:



上式表明其水化产物是水化硅酸钙和氢氧化钙. 但在室温下对 CaO-SiO₂-H₂O 系统进

行研究的结果^[3]表明,当溶液中 CaO 的浓度不同时,水化硅酸钙的组成不同.当溶液中 CaO 浓度约为 2~20 mmol/L 时,生成的水化硅酸钙固相中 CaO:SiO₂ 摩尔比(即上式中的 x)为 0.8~1.5, H₂O:SiO₂ 摩尔比(即上式中的 y)为 0.5~2.5. 这一类水化硅酸钙统称为 C-S-H(I). 当溶液中 CaO 浓度大于 20 mmol/L 时,生成的水化硅酸钙固相中 x 为 1.5~2.0, y 为 1~4. 这一类水化硅酸钙统称为 C-S-H(II).

浇筑水泥的主要成分是硅酸盐水泥熟料,而熟料中 C₃S 的含量约占 55%~60%,硬化水泥浆体的性能在很大程度上取决于 C₃S 的水化作用,水化反应速度的大小、水化条件、水化产物的组成、形貌、结构等都会影响水泥浆体的性能.

D 型外加剂的主要化学成分是 CaO,它会迅速水化,生成 Ca(OH)₂,使溶液中 CaO 的浓度增加.由于 CaO 的水化速度恰好与 C₃S 的水化速度相适应,C₃S 的水化产物是水化硅酸钙和 Ca(OH)₂. 这样就会使溶液中 CaO 的浓度增长速度比不加 D 型外加剂时快得多,促使 C₃S 较早地在 Ca(OH)₂ 的饱和溶液中水化,生成分子量和体积较大的 C-S-H(II)凝胶和 Ca(OH)₂,当溶液中 Ca(OH)₂ 达到过饱和时,就会析出晶体并使 C₃S 的水化速度变快.在浇筑水泥水化硬化的初期,D 型外加剂使 C₃S 快速水化,生成 C-S-H(II)和较多量的 Ca(OH)₂ 晶体,CaO 变成 Ca(OH)₂ 晶体,固相体积从原来的 16.79 cm³ 增大至 33.23 cm³,增大了 97.92%,将近 1 倍,这就是浇筑水泥具有微膨胀性能的主要原因.D 型外加剂还具有缓凝,使 C-S-H(II)的生长和发育、表面结构、形貌的变化情况有利于水泥硬化浆体强度增长等作用.C-S-H(II)与 Ca(OH)₂ 晶体结合会使水泥硬化浆体结构更加致密,因此浇筑水泥具有早期强度高的特性.

以普通硅酸盐水泥为基础,掺入 D 型外加剂,混匀,可制成 525 浇筑水泥.它具有早强、高强、微膨胀等特性,生产工艺比较简单,成本较低.采用“流态化”混匀新技术、新设备可使浇筑水泥商品化,为推广“浆锚节点”先进建筑施工技术提供专用的新材料.

参考文献

- 1 邱文智,侯昭让.浇筑水泥.见:薛君干,吴中伟.膨胀和自应力水泥及其应用.北京:中国建筑工业出版社,1986.171;191;192;193
- 2 王之泰,孟淑敏.建筑材料实用手册.沈阳:辽宁人民出版社,1985.374
- 3 沈威,黄文熙,闵盘荣.水泥工艺学.北京:中国建筑工业出版社,1986.140;141

Development of Cement for Joints

Chen Qinglin Hong Yi

(Department of Chemical Engineering, Fuzhou University, Fuzhou, 350002)

Abstract The research is based on ordinary port cement. A "D" type of admixture is added and mixed evenly. Cement for joints is made up. Each of its indexes reaches or exceeds the standards of No. 525 cement for joints, which are set by Jiang Su Province for its enterprises.

Keywords joints cement; slurry joining method; prepartate construction member; construction technology